

# 南宁市呼吸道疾病预测研究

董蕙青<sup>1</sup> 字春霞<sup>1</sup> 郭琳芳<sup>2</sup> 郑凤琴<sup>1</sup> 林振敏<sup>1</sup> 李 雄<sup>1</sup>

(1 广西壮族自治区气象台, 南宁 530022; 2 南宁市疾病预防控制中心, 南宁 530011)

**摘要** 通过对 2001 ~ 2002 年南宁市 2 个最大医院呼吸道疾病 39305 例门诊资料进行小波分析, 得出各种疾病发病人数均存在 5 ~ 7 天的周期。将呼吸道疾病发病人数和同期气象要素、大气污染物浓度资料进行相关分析, 结果表明, 呼吸道疾病发病人数与气温、气压、湿度密切相关, 同时与大气污染物  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{PM}_{10}$  浓度也密切相关。利用最优子集方法, 按不同季节建立呼吸道疾病下周逐日发病人数预测方程, 2004 年 1 月支气管炎发病人数预报值与实际值相对误差为 16.43%, 2004 年 4 月未来 1 ~ 2 天呼吸道疾病发病人数预报值对天气变化的敏感性与实际值基本一致。

**关键词** 呼吸道疾病 气象要素 大气污染物浓度 预测方程

## 引言

气象条件和大气污染物浓度的变化不仅影响人类的生产和生活, 同样也影响人类的健康。目前, 气象条件、大气污染与人体健康的关系已经引起人们的重视。国内很多省市开展了气象条件对人体健康影响的研究, 如上海气象科学研究所、上海疾病预防控制中心与美国特拉华大学合作开展的“上海热浪与健康监测预警系统”项目研究<sup>[1]</sup>, 中国气象局气候中心对我国心脑血管病的医学气象研究<sup>[2]</sup>等, 并取得了一定的成果<sup>[3-8]</sup>。为了进一步探讨气象因素变化与人体健康的关系, 本文对 2001 ~ 2002 年南宁市居民呼吸道疾病发病人数与同期气象要素和大气污染物浓度进行统计分析, 在此基础上按不同季节建立呼吸道疾病逐日发病人数预测方程, 为市民预防呼吸道疾病提供一些参考。

## 1 资料

呼吸道疾病资料来源于南宁市广西医科大学和区人民医院 2001 ~ 2002 年门诊就诊人数, 收集的呼吸道疾病包括支气管炎、上感、咽炎、扁桃体炎、肺

病, 总共 39305 个个例。

气象要素来源于南宁市气象局的常规监测资料, 选取气压、气温、露点温度、温度露点差、相对湿度、水汽压、日降雨量、平均风速、 $10\text{ cm}$  地温、日照时数等要素。大气污染物浓度资料来源于南宁市环境保护监测站, 选取  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{PM}_{10}$  三种污染物。

## 2 呼吸道疾病分布特点

图 1 至图 4 为 2001 ~ 2002 年南宁市呼吸道疾病分布图。由图 1 可以看出, 南宁市支气管炎发病最多, 占呼吸道疾病的 50%; 其次是上感, 占 23%; 肺病最少, 只占 2%。由图 2 可以看出, 支气管炎发病的高峰期在 2001 年 10 月至次年 1 月, 次高峰期在每年的 5 ~ 6 月; 上感在 2001 年 6 月和 9 月至次年的 1 月发病人数较多。咽炎发病高峰期在 2001 年 9 月至次年 1 月, 次高峰为 2002 年 4 ~ 7 月, 扁桃体发病高峰期在 2001 年 6 ~ 7 月和 2002 年 4 ~ 6 月, 肺病各月发病的人数不多(图 3)。总的来说, 每年的 3 ~ 6 月, 其次是 1 月、9 ~ 10 月上呼吸道疾病发病人数较多(图 4)。

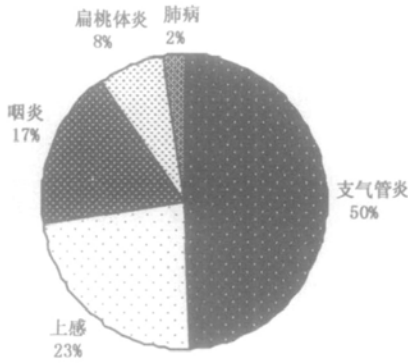


图 1 2001 ~ 2002 年南宁市呼吸道疾病分布图

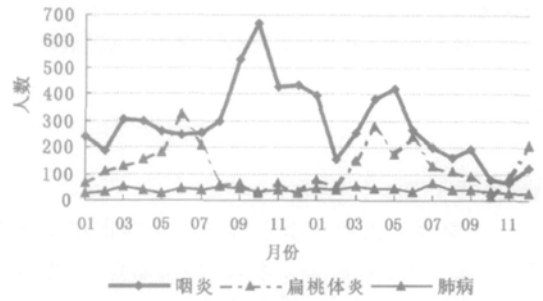


图 2 2001 ~ 2002 年各月支气管炎和上感发病人数

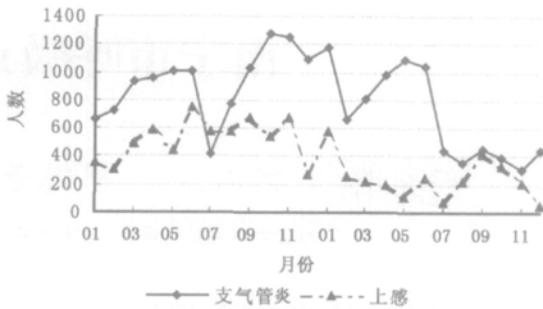


图 3 2001 ~ 2002 年各月咽炎 扁桃体炎 肺病发病人数

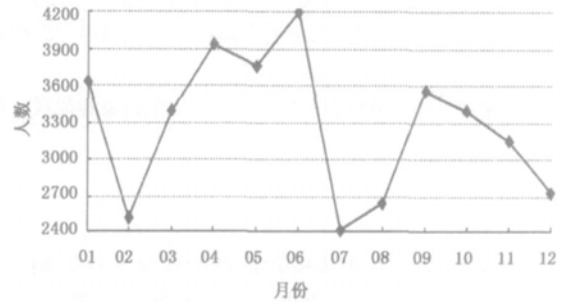


图 4 2001 ~ 2002 年上呼吸道疾病各月发病人数

### 3 呼吸道疾病发病人数与气象要素关系

#### 3.1 季节的划分

根据南宁市的气候特点,将 12 月至次年 1 月划分为冬季,2 ~ 3 月为春季,4 ~ 6 月为前汛期,7 ~ 9 月为后汛期,10 ~ 11 月为秋季。

#### 3.2 发病人数与前 1 ~ 5 天气象要素的关系

天气变化对疾病的影响存在明显的滞后性<sup>[5]</sup>,因此在考虑天气变化引起呼吸道疾病发病人数变化

的预报时,选取了前 1 ~ 5 天气象要素与呼吸道疾病发病人数进行相关分析,分析结果表明,相关性比较好。表 1 为 2001、2002 年冬季 12 月至次年 1 月呼吸道疾病发病人数与部分气象要素相关系数。由表 1 可以看出,冬季呼吸道疾病与前 2 ~ 5 天气温日较差、0 cm 最高地温、日照时数呈正相关,也就是说前 2 ~ 5 天气温日较差大,日照时数多,呼吸道疾病发病人数多。

表 1 12 月至次年 1 月呼吸道疾病发病人数与气象要素相关系数

	气温日较差				0 cm 最高地温				日照时数			
	前 2 天	前 3 天	前 4 天	前 5 天	前 2 天	前 3 天	前 4 天	前 5 天	前 2 天	前 3 天	前 4 天	前 5 天
支气管炎	0.248*	0.158	0.153	0.170	0.277**	0.204*	0.115	0.093	0.303**	0.309**	0.200*	0.229*
上感	0.223*	0.214*	0.250*	0.303**	0.198*	0.259**	0.258**	0.292**	0.145	0.248*	0.285**	0.356**
咽炎	0.333**	0.322**	0.253	0.206	0.188	0.294**	0.292**	0.146	0.287**	0.370**	0.332**	0.309**
呼吸道病	0.314**	0.258**	0.256**	0.282**	0.291**	0.302**	0.254	0.224*	0.304**	0.363**	0.306**	0.364**

注: \* 表示通过信度 0.05 检验, \*\* 表示通过信度 0.01 检验,下同。

### 3.3 发病人数与前 7 天气象要素滑动平均的关系

#### 3.3.1 数据处理方法

为了了解呼吸道疾病发病人数的周期,对 2001 年和 2002 年发病人数进行小波变换和小波方差分

析。在一定尺度下,小波方差表示时间序列中该尺度周期波动的强弱。小波方差随尺度变化的过程,称为小波方差变化图(图 5)。通过图 5 可非常方便的寻找一个时间序列中起主要作用的尺度(周期)。

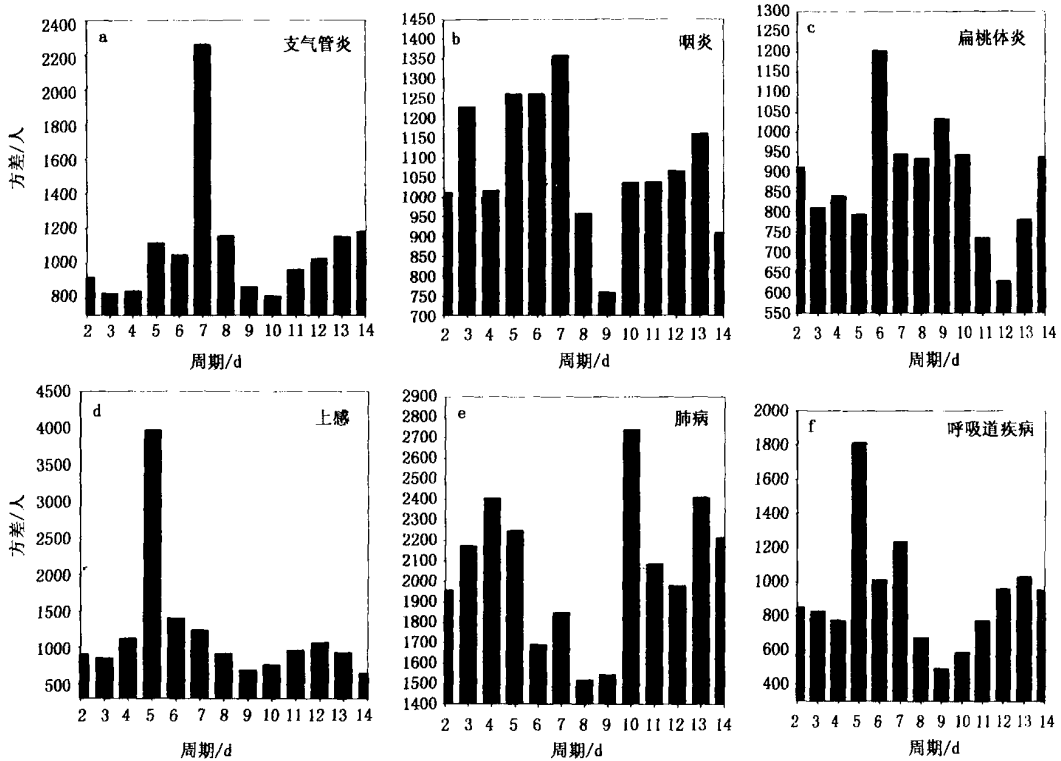


图 5 各种呼吸道疾病发病人数小波方差

从图 5 可以看出,支气管炎、咽炎、上感、扁桃体、肺病发病人数分别有一个 7、7、5、6、10 天的主周期,所有呼吸道疾病发病人数有一个 5 天的主周期。这说明 2001 年和 2002 年各种呼吸道疾病发病人数存在着 5~7 天的周期,这与杨宏青、陈正洪等<sup>[7]</sup>分析武汉医院相关数据明显呈现出一个为期 7 天周期的结论基本上是一致的。

为了消除时间的影响,将呼吸道疾病数据、气象数据和大气污染物浓度数据进行 7 天滑动平均处理。

#### 3.3.2 冬半年

(1) 12 月至次年 1 月,呼吸道疾病发病人数与前 7 天气温日较差、0 cm 最高地温、日照时数滑动平均呈正相关,与相对湿度、水汽压、降雨量、0 cm

最低地温呈反相关(表 2),即冬季气温日较差大、0 cm 最低地温低、日照时数多、相对湿度小、降雨量少时,呼吸道疾病发病人数多。

(2) 春季 2~3 月,扁桃体炎、肺病发病人数与气温、露点温度、0 cm 地温呈正相关,相关系数在 0.30~0.38 之间;咽炎和支气管炎与气压日较差呈正相关,相关系数分别为 0.36 和 0.41,说明 2~3 月气温和地温高时,扁桃体炎、肺病发病人数多;气压日较差大,咽炎和支气管炎发病的人数多。

(3) 秋季 10~11 月,上感、扁桃体炎发病与气压呈正相关,与日最低气温、相对湿度、日平均水汽压呈反相关,相关系数在 0.30~0.49 之间,即秋季气压高、气温低、相对湿度小时,上感、扁桃体炎发病人数多。

表2 12月至次年1月呼吸道疾病发病人数与气象要素相关系数

	气温日较差	相对湿度	日平均水汽压	日降雨量	0 cm 最高地温	0 cm 最低地温	日照时数
支气管炎	0.671**	-0.578**	-0.362**	-0.389**	0.508**	-0.571**	0.766**
上感	0.794**	-0.579**	-0.370**	-0.479**	0.583**	-0.667**	0.813**
咽炎	0.502**	-0.416**	-0.376**	-0.271**	0.318**	-0.548**	0.618**
肺病	0.366**	-0.330**	-0.345**	-0.077	0.197*	-0.484**	0.428**
呼吸道病	0.751**	-0.585**	-0.379**	-0.437**	0.551**	-0.641**	0.828**

### 3.3.3 夏半年

(1) 前汛期4~6月,支气管炎、扁桃体、呼吸道疾病发病与气压呈反相关,与露点温度、相对湿度、日平均水汽压呈正相关,相关系数在0.23~0.44之间,即前汛期气压低、相对湿度、日平均水汽压大时,支气管炎、扁桃体炎、呼吸道疾病发病人数多,结果与冬半年正好相反。

(2) 后汛期7~9月,支气管炎、上感、咽炎、呼吸道疾病发病与气压呈正相关,与露点温度、相对湿度、日平均水汽压呈反相关,相关系数在0.21~0.39之间,即后汛期气压高、相对湿度小、日平均水汽压低时,支气管炎、上感、咽炎、呼吸道疾病发病人数多。

总体上说,7月至次年3月,气压高、气温低、气温日较差大、相对湿度小时,呼吸道疾病发病人数多。4~6月,气压低、相对湿度大、日平均水汽压高时,支气管炎、扁桃体、呼吸道疾病发病人数多。

## 4 呼吸道疾病发病人数与污染物浓度的关系

监测的污染物主要有SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>,单位是mg·m<sup>-3</sup>。大气污染物日平均浓度取前一天12:00至当天12:00共24h的平均值。

### 4.1 冬半年

(1) 12月至次年1月,呼吸道疾病发病人数与前7天SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>浓度7天滑动平均进行相关分析,发现呼吸道疾病发病人数与污染物浓度呈正相关,污染物浓度高,呼吸道疾病发病人数多(表3)。

表3 12月至次年1月呼吸道疾病发病人数与前7天污染物浓度相关系数

	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>
支气管炎	0.736**	0.619**	0.614**
上感	0.831**	0.754**	0.818**
咽炎	0.622**	0.515**	0.540**
肺病	0.568**	0.593**	0.579**
呼吸道病	0.830**	0.740**	0.756**

(2) 2~3月,呼吸道疾病发病人数与前7天SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>浓度7天滑动平均相关分析,发现肺病与NO<sub>2</sub>浓度呈正相关,相关系数为0.25,其他呼吸道疾病发病人数与SO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>呈正相关,相关系数在0.30~0.70之间。

(3) 10~11月,上感、呼吸道疾病发病人数与前7天PM<sub>10</sub>浓度7天滑动平均呈正相关,上感发病人数与前7天SO<sub>2</sub>浓度呈正相关,相关系数为0.22。

### 4.2 夏半年

前汛期4~6月,咽炎与前7天SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>的浓度7天滑动平均相关系数分别为0.24、0.35、0.34;后汛期7~9月,咽炎与前7天SO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>的浓度7天滑动平均相关系数分别为0.29、0.40,也就是说汛期4~9月污染物浓度高,未来7天咽炎发病人数多。

总体来说,呼吸道疾病发病人数与污染物浓度呈正相关,即污染物浓度高,未来呼吸道疾病发病人数多,尤其是冬半年12月至次年3月更为明显。

## 5 呼吸道疾病发病人数预测方程

采用逐步回归分析方法,从大量可能引发呼吸道疾病发病的气象因素和空气质量因子中挑选出对呼吸道疾病发病有显著影响的因子,再利用最优子集方法,分不同季节建立未来7天和未来1~2天呼吸道疾病逐日发病人数预测方程。

### 5.1 未来7天预测方程

因南宁市呼吸道疾病发病较高的主要是支气管炎、上呼吸道感染和咽炎,占呼吸道疾病发病人数的90%。为了对下周的呼吸道疾病进行预测,按不同季节分别建立未来7天支气管炎、上呼吸道感染、咽炎和呼吸道疾病逐日发病人数预测方程。表4给出支气管炎逐日发病人数预测方程。

表 4 支气管炎未来 7 天逐日发病人数预测方程

	预报方程	因子	R	F	
冬 半 年	12 月至 次年 1 月	$Y = 18.699 + 180.596 X_1 - 261.974 X_2 + 2.19 X_3 + 2.893 X_4 - 12.357 X_5 - 5.944 X_6$	$X_1$ :SO <sub>2</sub> ; $X_2$ :NO <sub>2</sub> ; $X_3$ :0 cm 最低温度; $X_4$ :0 cm 最高温度; $X_5$ :平均风速; $X_6$ :平均气温	0.859	52.090
	2~3 月	$Y = -777.031 + 302.739 X_1 + 0.553 X_2 + 0.733 X_3 + 6.394 X_4 - 296.389 X_5 - 5.602 X_6$	$X_1$ :SO <sub>2</sub> ; $X_2$ :降雨量; $X_3$ :平均气温; $X_4$ :平均气压; $X_5$ :NO <sub>2</sub> ; $X_6$ :最高气压	0.682	16.100
	10~11 月	$Y = 171.557 + 750.16 X_1 - 14.827 X_2 - 897.879 X_3 - 1.011 X_4 + 1.12 X_5$	$X_1$ :PM10; $X_2$ :气压日较差; $X_3$ :SO <sub>2</sub> ; $X_4$ :平均相对湿度; $X_5$ :降雨量	0.581	11.836
夏 半 年	4~6 月	$Y = 466.927 - 0.434 X_1$	$X_1$ :平均气压	0.311	19.312
	7~9 月	$Y = -2722.631 + 2.564 X_1 + 8.607 X_2 + 11.8 X_3 - 6.47 X_4 + 0.06765 X_5 - 0.413 X_6$	$X_1$ :最低气压; $X_2$ :平均风速; $X_3$ :0 cm 最低温度; $X_4$ :平均露点温度; $X_5$ :最高气压; $X_6$ :0 cm 最高温度	0.695	27.620

注:表中 R 为复相关系数, F 为方差,下同

为了对未来 7 天预测方程的预报效果进行检验,统计了 2004 年 1 月支气管炎的门诊资料,用上述建立的预报方程进行检验(图 6)。从图 6 可以看出,南宁市 2004 年 1 月支气管炎预报值和实际值的变化趋势基本一致,预报值和实际值之间平均相对误差为 16.43%,预报效果较好。

5.2 未来 1~2 天预测方程

为了对南宁市未来 1~2 天呼吸道疾病的发病人数进行预测,从前 2~5 天的气象和大气质量因子中挑选出对呼吸道疾病发病有显著影响的因子,建立呼吸道疾病发病人数逐日人数预测方程(表 5)。利用 2004 年 4 月呼吸道疾病门诊资料,对 1~2 天预报进

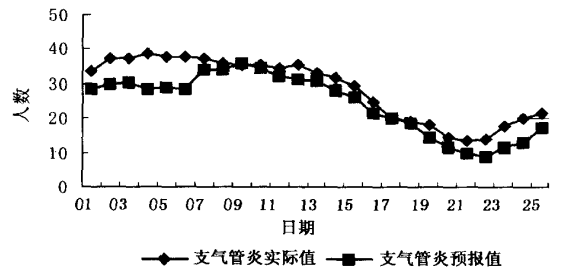


图 6 2004 年 1 月支气管炎预报效果检验

行检验,预报值对天气变化的敏感性与实际值基本一致。

表 5 呼吸道疾病未来 1~2 天逐日发病人数预测方程

	预测方程	因子	R	F	
冬 半 年	2~3 月	$Y = -2851.197 + 1.54 X_1 + 2.744 X_2$	$X_1$ :前 2 天平均相对湿度; $X_2$ :前 3 天最低气压	0.535	5.220
	10~11 月	$Y = -142.538 + 12.178 X_1 - 9.149 X_2$	$X_1$ :前 2 天平均水汽压; $X_2$ :前 5 天温度露点差	0.819	13.290
夏 半 年	4~6 月	$Y = 1643.585 + 0.631 X_1 - 5.245 X_2 - 2.897 X_3 - 1.185 X_4 - 1.283 X_5 + 449.261 X_6$	$X_1$ :前 2 天降雨量; $X_2$ :前 5 天气温日较差; $X_3$ :前 3 天平均相对湿度; $X_4$ :前 3 天 0 cm 最高地温; $X_5$ :前 4 天平均气压; $X_6$ :前 4 天 SO <sub>2</sub>	0.871	17.310
	7~9 月	$Y = -2983.369 + 1.526 X_1 + 346.745 X_2 - 956.324 X_3 + 1.52 X_4$	$X_1$ :前 5 天最高气压; $X_2$ :前 4 天 PM10; $X_3$ :前 4 天 NO <sub>2</sub> ; $X_4$ :前 2 天平均气压	0.490	11.690

6 结语

(1) 呼吸道疾病发病人数存在 5~7 天的周期。

(2) 呼吸道疾病与气象要素有密切关系,7 月至次年 3 月呼吸道疾病发病人数与气压、气温日较差、日照时数、0 cm 最高地温呈正相关;与相对湿

度、水汽压呈反相关。4~6 月,呼吸道疾病发病人数与气压呈反相关;与相对湿度、日平均水汽压呈正相关。

(3) 呼吸道疾病发病人数与污染物 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM10 浓度呈正相关,尤其是在冬半年关系更密切,即冬季污染物浓度高,未来 7 天呼吸道疾病发病人

数多。

(4) 利用气象要素变化预测呼吸道疾病发病人数是可行的<sup>[5]</sup>。由于所用的资料为疾病门诊病例,与实际发病人数有一定的差距,有待进一步完善。

### 参考文献

- 1 谈建国,殷鹤宝,林松柏,等.上海热浪与健康监测预警系统.应用气象学报,2002,13(3):356-363
- 2 杨贤为,叶殿秀.我国心脑血管病的医学气象研究.气象科技,2003,31(6):376-380
- 3 谈建国,瞿惠春.猝死与气象条件的关系.气象科技,2003,31(1):58-61
- 4 叶殿秀,杨贤为.京沪两地脑卒中发病率及其预测模型.气象科技,2003,31(6):381-384
- 5 夏丽花,刘铭,陈德花,等.福州市呼吸道疾病发生的气象条件分析和预报.气象科技,2003,31(6):385-388
- 6 谢静芳,秦元明,叶琳,等.消化系统疾病的气象影响分析和预报.气象科技,2003,31(6):393-396
- 7 杨宏青,陈正洪,肖劲松,等.呼吸道和心脑血管疾病与气象条件的关系及其预报模型.气象科技,2001,29(2):49-52
- 8 陆晨.脑卒中与气象要素关系的探讨.气象科技,2003,31(6):397-399

## Prediction of Respiratory Tract Diseases in Nanning

Dong Huiqing<sup>1</sup> Zi Chunxia<sup>1</sup> Guo Linfang<sup>2</sup> Zheng Fengqin<sup>1</sup> Lin Zhenmin<sup>1</sup> Li Xiong<sup>1</sup>

(1 Guangxi Autonomous Regional Meteorological Office, Nanning 530022; 2 Nanning Center for Diseases Prevention and Control, Nanning 530011)

**Abstract:** Based on 39305 cases of outpatients from 2001 to 2002 in two big hospitals of Nanning, it is concluded by using wavelet analysis that there is a 5 - 7 day period in the number of patients. The relationship among respiratory tract disease, meteorological factors and pollutant concentrations is analyzed by using the data on the outpatients and the corresponding meteorological conditions and air pollutants. The results show that the number of respiratory tract disease patients is closely correlative with air temperature, air pressure and humidity, as well as the concentrations of such air pollutants as SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, and PM10. Meanwhile, the optimal subset method was used to establish the regressive equations for forecasting respiratory tract diseases in the next 1 to 2 days and the next week for different seasons. The regressive equations were tested based on the bronchitis cases of outpatients in January 2004 and the respiratory tract disease cases of outpatients in April 2004, and the results show that the regressive equations are applicable.

**Key words:** respiratory tract disease, meteorological condition, pollutant, prediction model